

EVALUASI DAN OPTIMASI PERENCANAAN CASING PADA OPERASI PEMBORAN SUMUR X-9, PRABUMULIH PT. PERTAMINA EP

Feldy Noviandy
Jurusan Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi,
Universitas Trisakti
E-mail: noviandyfeldy@gmail.com

Abstrak

Perencanaan *casing* dalam suatu kegiatan pemboran merupakan salah satu aspek yang penting. Hal ini disebabkan *casing* yang dipasang harus selalu berada pada tempat kedudukannya, baik selama kegiatan pemboran berlangsung maupun pada saat masa produksi. Tujuan dari perencanaan *casing* adalah untuk mendapatkan ukuran *casing* yang tepat, dimana secara teknis cukup kuat untuk menahan gaya-gaya yang terdapat di dalam lubang bor. Perencanaan *casing* pada sumur X-9 menggunakan metode korelasi dan evaluasi dari sumur di sekitarnya (*offset well*) dengan ketentuan, formasi yang ditembus sama. Dengan penembusan formasi yang sama, maka diprediksikan akan terjadi masalah yang sama. Pada perencanaan *casing* sumur ini juga memperhitungkan tekanan *collapse*, *burst*, dan *tension* dengan menggunakan metode *maximum load*. Tekanan tersebut akan mempengaruhi kekuatan *casing* pada saat pemasangan dan selama proses produksi berlangsung. Rangkaian *casing* yang didapat untuk sumur X-9 lapangan Prabumulih terdiri dari, *conductor casing* pada kedalaman 80 m, *surface casing* pada kedalaman 300 m, *intermediate casing* pada kedalaman 1504 m, dan *production liner* diset pada kedalaman 1693 m dengan *top of liner* pada 1404 m.

Kata kunci :casing, casing design, burst, collapse, tension

Pendahuluan

Pada saat pemboran sumur minyak dan gas mencapai kedalaman tertentu, maka pada sumur tersebut perlu dipasang *casing* yang dilanjutkan dengan proses penyemenan. *Casing* merupakan suatu pipa baja dengan fungsi menjaga kestabilan lubang bor agar tidak runtuh, menutup zona bertekanan *abnormal*, zona *lost*, dan sebagainya. Adapun tujuan utama dari pada perencanaan *casing* adalah mendapat rangkaian *casing* yang kuat untuk melindungi sumur baik selama pemboran maupun produksi.

Pemilihan *casing* yang baik sangat perlu diperhatikan dan dievaluasi bagaimana penyusunan drill string yang efektif, serta bagaimana lumpur yang akan digunakan pada tiap lapisan formasi, karena hal tersebut menyangkut faktor keamanan. Faktor yang sangat berpengaruh dalam perencanaan *casing* adalah diameter *casing*, panjang *casing*, *pressure resistance*, serta beban pada *casing*. Pembebanan *casing* meliputi tiga macam, yaitu tekanan *Burst*, *Collapse*, dan *Tension*. Setelah membuat masing-masing beban mencapai angka *safety factor* terbesar, maka akan diperoleh rangkaian *casing* paling kuat dan aman.

Dalam Tugas akhir ini pembahasan lebih ditekankan kepada perencanaan suatu sumur berdasarkan efektifitas perencanaan *casing*. Metode yang digunakan dalam perhitungan perencanaan *casing* pada sumur X-9, yaitu metode *maximum load* dengan tambahan asumsi *1/3 bottom hole pressure* dan *lost with mud return*.

Studi Pustaka

Dalam melakukan sebuah perencanaan *casing*, terdapat beberapa data yang harus dimiliki seorang *engineer* pengeboran, sehingga sebuah sistem *casing* dapat direncanakan. Sistem perencanaan *casing* tersebut meliputi beberapa faktor, diantaranya adalah :

1. Tekanan Formasi
2. Gradien Rekahan (*Fracture Gradient*)

Selain kedua faktor diatas, terdapat faktor lain yang harus diketahui dalam merencanakan *casing* pemboran, seperti *drilling hazard*. Perencanaan *casing* meliputi fungsi *casing*, klasifikasi *casing*, *grade casing*, diameter *casing*, berat *casing*, *range* panjang *casing*, dan tipe sambungan *casing*. Selain itu perlu diketahui tempat kedudukan *casing* atau dikenal dengan nama *casing setting depth*. Hal terakhir yang juga perlu diketahui adalah pembebanan apa saja yang terjadi pada *casing* dan rumus apa saja yang dipakai dalam perencanaan *casing*.

Setelah suatu pemboran sumur minyak dan gas bumi mencapai kedalaman tertentu, maka ke dalam sumur tersebut harus dipasang *casing* yang kemudian disusul dengan proses penyemenan. *Casing* merupakan suatu pipa baja yang berfungsi antara lain untuk mencegah gugurnya dinding sumur, menutup zona bertekanan abnormal, zona *loss*, dan sebagainya.

Tujuan utama dari perencanaan *casing* adalah mendapatkan rangkaian *casing* yang kuat untuk melindungi sumur, baik selama pemboran maupun produksi dengan biaya yang ekonomis.

Casing merupakan komponen cukup mahal pada suatu sumur minyak dan gas bumi, sehingga *casing* yang digunakan ini merupakan investasinya cukup besar. Pemilihan ukuran *casing*, berat *casing*, dan tipe ulirnya (*thread*) merupakan aspek yang paling penting dipandang dari segi tekniknya yang juga akan menyangkut keekonomisan dan aspek keselamatannya. *Casing* memiliki beberapa fungsi, yaitu :

- Mencegah gugurnya dinding sumur
- Mencegah terkontaminasinya air tanah oleh lumpur pemboran
- Menutup zona bertekanan *abnormal* dan zona *loss*
- Mencegah hubungan antar formasi produksi

Casing dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis:

1. *Stove Pipe*
Stove pipe berfungsi sebagai pipa pondasi, mencegah dinding formasi yang lemah dekat permukaan mudah runtuh, untuk menguatkan permukaan tanah tempat kedudukan dari kaki rig. *Stove pipe* bukan merupakan tempat dari *wellhead assembly* dan dipasang dengan cara ditumbuk. *Stove pipe* ini mempunyai ukuran dari 26 inch sampai 42 inch.
2. *Conductor Casing*
Pada umumnya *casing* ini berdiameter 16 inch sampai 30 inch. Letak kedalaman pemasangan umumnya antara 90 sampai 150 ft. *Casing* berfungsi untuk:
 - ♦ Khusus di *offshore* adalah untuk melindungi *drill string* dari air laut, dipasang dari platform hingga dasar laut.
 - ♦ Pada *onshore* sebagai pelindung apabila tanah dekat permukaan tidak cukup kuat atau mudah gugur seperti rawa-rawa, gambut, dan sebagainya.
3. *Surface Casing*
Letak kedalaman pemasangan *casing* ini ditentukan oleh peraturan setempat yang menentukan pada kedalaman berapa *casing* tersebut harus dipasang. *Casing* ini disemen hingga ke permukaan. *Casing* ini berfungsi untuk:
 - ♦ Melindungi air tanah dari kontaminasi oleh lumpur pemboran
 - ♦ Tempat kedudukan BOP dan *wellhead*
 - ♦ Menyangga seluruh berat rangkaian *casing* berikutnya yang telah dimasukkan ke dalam sumur
4. *Intermediate Casing*

Fungsi *intermediate casing* ialah menutup formasi-formasi yang dapat menimbulkan kesulitan selama operasi pemboran berlangsung, seperti *sloughing shale*, *lost circulation*, tekanan abnormal, kontaminasi lumpur dan lain sebagainya. Suatu sumur dapat mempunyai lebih dari satu *intermediate casing*, tergantung dari kondisi yang dihadapi selama pemboran.

5. *Production Casing*

Casing ini apabila dipasang sampai tepat di atas formasi produktif disebut *openhole completion*, sedangkan apabila dipasang sampai ke dasar formasi produktif maka dinamakan *perforated casing completion*. Fungsi dari *casing* ini adalah:

- ♦ Memisahkan lapisan yang mengandung minyak dari lapisan-lapisan lainnya
- ♦ Melindungi alat-alat produksi yang terdapat dibawah permukaan seperti pompa dan lain sebagainya.

6. *Liner*

Liner mempunyai fungsi yang sama dengan *production casing*, tetapi tidak dipasang hingga ke permukaan. *Liner* digunakan karena lebih pendek dan harganya lebih murah. Apabila pada akhir pemboran diperoleh ukuran lubang yang sangat kecil sementara itu sumur tidak terlalu dalam maka diperlukan ukuran *casing* dengan toleransi yang sangat kecil. Untuk persoalan semacam ini digunakan *liner*.

Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *maximum load*. Metode *maximum load* adalah suatu perhitungan perencanaan dengan asumsi bahwa pada saat terjadi *kick*, jumlah fluida di dalam *casing* keluar 100% dari pipa. Karena di dalam pipa kosong mengakibatkan tekanan yang harus ditanggung dari luar *casing* menjadi bertambah atau menjadi maksimum. Namun karena adanya penyesuaian dengan *reference well*, metode tersebut dimodifikasi dengan tambahan asumsi *1/3 bottom hole pressure* dan *lost with mud return*.

Hasil dan Pembahasan

Sumur X-9 merupakan sumur gas eksplorasi yang terletak di Selatan kota Prabumulih, dengan cadangan terbukti sebesar 2.5 MMSCFD. Dalam pengerjaan tugas akhir ini, sumur terdekat yang dijadikan sebagai acuan adalah sumur X-8. Perhitungan tugas akhir ini menggunakan metode *Maximum Load* dengan asumsi bahwa sumur akan mengalami kejadian terburuk. Seperti pada perhitungan *burst*, sumur diasumsikan mengalami *kick* dan akan menerima tekanan formasi terbesar pada casing shoe dan asumsi *1/3 bottom hole pressure* pada beban *burst* di *surface*. Perhitungan *collapse*, diasumsikan bahwa sumur akan mengalami *partial lost circulation* yaitu terjadi kehilangan lumpur sebesar $\frac{1}{4}$ bagian dari kolom lumpur atau *lost with mud return*.

Penentuan letak kedalaman casing menggunakan asumsi bahwa casing akan menerima tekanan formasi tertinggi. Dengan mengplot garis – garis antara *pore pressure* dan *fracture pressure* bisa di dapat posisi letak casing shoe dari tiap - tiap trayek. Untuk trayek awal casing shoe pada kedalaman 80m didapat dari *offset well*, yang biasa di set antara kedalaman 30 – 100m. Trayek awal ini di bor dengan menggunakan bit 24". Plot pertama dilakukan dengan menarik garis vertikal dari atas hingga mengenai garis *pore pressure* yang berada di kedalaman 566 m (trayek ke-2) dan akan di bor dengan menggunakan bit 20", pengambilan titik kedalaman ini juga berdasarkan pertimbangan adanya coal problem yang mengharuskan meletakkan casing shoe berada di atas atau dibawah lapisan zona coal yang mudah fracture. Penentuan letak casing shoe pada trayek berikutnya yaitu dengan menarik garis vertikal diantara dari kedalaman 566m antara garis *pore pressure* dan *fracture pressure* dan di dapat kedalaman casing shoe untuk trayek ke-3 yaitu pada

kedalaman 1384m dan di bor dengan menggunakan bit 14 3/4". Meskipun penarikan garis yang melewati 2 formasi yang berbeda ini sedikit dipaksakan, mengingat salah satu fungsi casing yang berguna untuk memisahkan dari 2 zona formasi yang berbeda dan melihat dari pengalaman sebelumnya melihat *offset well* untuk Air Benakat Formation dan Gumai Formation masih bisa di satukan dalam satu trayek. Untuk trayek ke-4 dan ke-5 plot dilakukan seperti trayek sebelumnya, yaitu dengan menarik garis *vertikal* antara *pore pressure* dan *fracture pressure* lalu di dapat masing masing kedalaman casing shoe pada 1584 m yang akan di bor dengan menggunakan bit 12 1/4" dan 1693 m dengan menggunakan bit 8 1/2". Penentuan ukuran bit berdasarkan bit selection chart yang akan di lampirkan pada lampiran D. Setelah mendapat hasil dari penentuan kedalaman casing maka akan di perhitungkan *Burst Pressure*, *Collapse Pressure*, dan *Tension Load* dari masing-masing trayek.

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan asumsi tersebut program casing yang di dapatkan sebagai berikut; pada trayek 20" di gunakan spesifikasi casing dengan grade K-55 94 ppf yang di set pada kedalaman 0 – 80 m, penulis tidak menghitung pembebanan *burst*, *collapse*, *tension* yang terjadi pada casing, pemilihan grade casing berdasarkan pada *offset well*. Berikutnya pada kedalaman 0 – 566 m lubang 20" di set dengan casing berukuran 16" grade J-55 75 ppf. Penambahan trayek casing 16" ini diharapkan dapat mengurangi resiko yang terjadi selama proses pemboran maupun produksi pada sumur X-9. Berikutnya pada kedalaman 0 – 1384 m lubang 14 3/4" di set casing 13 3/8" dengan grade J-55 36 ppf. Dan pada kedalaman 0 – 1582 m pada lubang 12 1/4" di set casing 9 5/8" dengan grade J-55 36 ppf. Trayek yang terakhir yaitu liner 7" pada lubang 8 1/2" di set pada kedalaman 1482 -1693 m dengan grade J-55 23 ppf .

Hasil perhitungan dan penentuan casing setting depth diatas dibandingkan dengan program casing yang dibuat oleh perusahaan yaitu pada kedalaman 0 – 80 m di bor dengan menggunakan bit 26" dan di set casing 20" dengan grade K-55 94 ppf. Pada kedalaman 0 – 300 m di bor dengan menggunakan bit 17 1/2" di set casing 13 3/8" dengan grade K-55 54,5 ppf. Pada kedalaman 0 – 1504 m di bor dengan menggunakan bit 12 1/2" di set casing 9 5/8" K-55 40 ppf . Trayek terakhir pada kedalaman 1404 – 1693 m di set liner 7" dengan grade N-80 26 ppf.

Dari data diatas dapat dilihat bahwa ada perbedaan titik kedalaman casing, jumlah trayek casing dan jenis casing yang digunakan. Perbedaan titik kedalaman casing dipengaruhi oleh proses pengeplotan pada grafik *pore pressure* dan *fracture pressure* dan pertimbangan adanya beberapa *drilling hazard* pada lapisan formasi. Sedangkan perbedaan jenis casing dipengaruhi oleh asumsi yang digunakan pada saat perhitungan dilakukan. Dengan melihat dari banyaknya *drilling hazard* pada formasi formasi yang akan di bor penulis menyarankan untuk menambahkan trayek tambahan pada perencanaan casing pada sumur X-9 karena menurut penulis program casing perusahaan terlalu minimalis, terlihat dari pengambilan *setting depth* pada trayek 9 5/8" yang langsung menembus beberapa formasi yang sangat beresiko menimbulkan problem - problem yang bisa terjadi pada saat pengeboran maupun pada saat sumur telah berproduksi .

Kembali ke fokus utama dari evaluasi sumur X-9 ini yaitu optimasi pada trayek 9 5/8" dan 7", penulis kembali membuat perhitungan dengan menggunakan *setting depth* yang telah dibuat oleh perusahaan yaitu untuk casing 9 5/8" di set pada kedalaman 0 – 1504 m dan liner 7" di set pada kedalaman 1404 – 1693 m. Hasil yang di dapat pada casing 9 5/8" adalah grade J-55 36 ppf, grade ini lebih rendah dibandingkan grade casing yang dibuat oleh perusahaan yaitu grade K-55 40 ppf. Dan hasil yang didapat untuk liner 7" adalah grade J-55 23 ppf, grade yang lebih rendah dibandingkan grade casing yang dibuat oleh perusahaan yaitu N-80 26 ppf. Melihat kedua hasil optimasi pada sumur X-9 ini mendapatkan grade yang lebih rendah, optimasi pada casing 9 5/8" dan 7" ini telah berhasil dilakukan.

Setelah berhasil melakukan optimasi pada casing 9 5/8" dan 7" lapangan X-9 ini, berikutnya akan di hitung juga nilai keekonomiannya. Untuk casing 9 5/8" sepanjang 4935 ft dengan grade K-55 40 ppf, biaya yang diperlukan adalah \$ 239.348 , sedangkan untuk casing 9 5/8" sepanjang 4935 ft dengan grade J-55 36 ppf adalah \$ 215.002 . Untuk liner 7" sepanjang 948 ft dengan grade N-80 26 ppf biaya yang diperlukan adalah \$ 35.329 . Sedangkan untuk liner 7" sepanjang 948 ft dengan grade J-55 23 ppf adalah \$ 17.506 , Dari data tersebut total biaya casing yang diperlukan untuk program casing perusahaan adalah \$ 274.676 dan program casing penulis adalah \$ 232.508 dan dapat dilihat bahwa program casing penulis membutuhkan biaya yang lebih sedikit atau 15 % lebih rendah dibandingkan program casing yang dibuat oleh perusahaan. Lalu hasil dari optimasi menggunakan casing setting depth yang dibuat penulis dapat dilihat bahwa memerlukan dana 47% lebih mahal dibandingkan program casing yang telah di buat perusahaan. Perencanaan ini tetap di perhitungkan sebagai contingency program.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah disebutkan sebelumnya, didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Penentuan titik kedalaman *casing* untuk sumur X-9 dilakukan berdasarkan hasil pengeplotan antara *pore pressure* dan *fracture formation* serta melihat data sumur referensi yaitu sumur X-8 yang berada di sekitar umur X-9.
- Penggunaan casing 9 5/8" grade K-55 40 ppf dapat dioptimasi menggunakan grade J-55 36 ppf, dilihat dari perhitungan pembebanan yang dialami casing, grade J-55 36 ppf masih mampu menahan beban yang dialami oleh casing.
- Penggunaan liner 7" grade N-80 26 ppf dapat dioptimasi menggunakan grade J-55 23 ppf, dilihat dari perhitungan pembebanan yang dialami casing, grade J-55 23 ppf masih mampu menahan beban yang dialami oleh casing.
- Optimasi program casing berhasil dilakukan dilihat dari biaya program casing penulis yang memiliki harga 15 % lebih murah dibandingkan program casing milik perusahaan
- Disarankan untuk ditambahnya trayek seperti yang dibuat oleh penulis pada program casing yang di desain oleh perusahaan karena banyak terdapat *drilling hazard* pada lapisan sumur X-9. Namun penambahan trayek memakan biaya 47% lebih mahal.

Daftar Pustaka

Byrom, Teddy G., 2011, "*Fundamental of Casing Design*". PetroSkills.

Citic Seram Energy Ltd, 2014, "*Drilling File for Well Oseil-21 and Oseil-26*".

Citic Seram Energy Ltd, 2014, "*Drilling File for Well Oseil-27*".

Citic Seram Energy Ltd, "*Seram Petroleum System*".

Citic Seram Energy Ltd, "*Seram Stratigraphy*".

Citic Seram Energy Ltd, "*Well Location Map*".

lhandbook1.0.4.4.Schlumberger.application.com/www.slb.com

"*Penuntun Praktikum Laboratorium Konservasi Peralatan Bor dan Produksi*", Jakarta: Universitas Trisakti.

Pertamina-BPPKA, 1996, "*Petroleum Geology Indonesian Basins*", Vol VI-IX Eastern Indonesian Basins.

Rubiandini R S., Rudi., "*Diktat Kuliah Teknik dan Alat Pemboran*", Bandung: ITB.

Rubiandini R S., Rudi., 2012, "*Teknik Operasi Pemboran*", Vol II, Bandung: ITB.
Schlumberger, 2010, "*Offset Well Analysis*".

<http://fatmapetroleum.blogspot.com/2011/06/prediksi-tekanan-formasi.html>

<http://lubaucity.blogspot.com/2013/05/sekilas-tentang-casing-pemboran.html>

<http://www.migas-indonesia.com/2012/12/leak-off-test.html>

<http://www.drillingformulas.com/casing-seat-selection-how-to-select-casing-setting-depth/>